

- 1 -

## Beschreibung

### **Verfahren zur Behandlung von siliziumorganischen Inhalts- bzw. Begleitstoffen 5    enthaltenden Abgasen sowie eine Vorrichtung hierfür**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Abgasen mit siliziumorganischen Inhalts- bzw. Begleitstoffen. Genau  
10    er betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur regenerativen Nachverbrennung von Abgasen mit siliziumorganischen Inhaltsstoffen, bei dem Schütt-Speichermassen (im folgenden auch als Schütt-Regeneratormassen bezeichnet) periodisch dem System entnommen, gereinigt und wieder zugeführt werden. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein System, das eine automatische Entnahme, Reinigung und Eintrag (Wiederbefüllung) der Schütt-  
15    Speichermassen in dem Regenerator erlaubt.

### **Stand der Technik**

Verfahren und Vorrichtungen zur thermischen Reinigung von sauerstoffhaltigen  
20    oder nicht sauerstoffhaltigen Abgasen, wobei die Abgase einem z.B. mittels Erdgas beheizten Brennraum zugeführt und oxidiert werden, sind bekannt. Werden nicht sauerstoffhaltige Abgase eingesetzt, ist die Zufuhr eines zusätzlichen Oxidationsmittels (z.B. Luft) erforderlich. Derartige Vorrichtungen und Verfahren werden meist als thermische Abgasreinigung bzw. thermische Nachverbrennung  
25    bezeichnet. Sie dienen z.B. dazu, die mit Lösemitteldämpfen beladene Abluft aus Lackier-, Beschichtungs- oder auch Druckereibetrieben zu reinigen, d.h. die Lösemittel und andere in der Regel organische Substanzen durch Oxidation in die nicht toxischen Verbindungen Kohlendioxid und Wasserdampf zu überführen,

- 2 -

wenn eine Rückgewinnung aus technischen bzw. ökonomischen Gründen nicht möglich ist.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb einer solchen Vorrichtung ist dabei in den weitaus meisten Fällen eine Abhitzenutzung vorgesehen. Diese kann sowohl zur Erzeugung von Prozesswärme dienen, als auch das Ziel verfolgen, durch eine Vorwärmung des zu behandelnden Abgases den Brennstoffbedarf der Abgasreinigungseinrichtung zu verringern. Extrem hohe Abgasvorwärmtemperaturen und damit niedrige Brennstoffverbräuche lassen sich durch eine sog. regenerative Abgasvorwärmung auf der Basis von zyklisch umschaltbaren keramischen Speicherbetten realisieren. In Abgrenzung zur herkömmlichen Betriebsweise mit einem Abgasvorwärmer auf Rohrbündelbasis (Rekuperator), die allgemein unter dem Begriff TNV-Anlage (Thermische Nachverbrennung) bekannt ist, spricht man hier von einer RNV-Anlage (Regenerative Nachverbrennung) bzw. auch RTO-Anlage (Regenerative thermische Oxidation).

Bei zahlreichen Prozessen (z.B. Regranulierung von Kunststoffen, Kunststoffcompoundierung, Beschichtungsprozesse, Fassrekonditionierung, Aufbereitung von Kunststoffabfällen zur Verwertung, Deponien, MBA-Anlagen) entstehen jedoch Abgase, die unter anderem siliziumorganische Inhaltsstoffe enthalten. In diesem Fall steht bisher einem Einsatz der RNV-Technologie entgegen, dass sich die Regeneratorspeichermassen mit dem Oxidationsprodukt (vorwiegend  $\text{SiO}_2$ ) aus den siliziumorganischen Verbindungen amorph belegen und somit verstopfen. Die periodisch notwendige Wartung bedingt den manuellen Ausbau der üblicherweise monolithisch ausgeführten Speichermassen (Wabenkörper), die einzelne Reinigung (Dampfstrahl) und den manuellen Wiedereinbau. Dieser Aufwand ist sowohl was die Arbeitsbedingungen als auch den Arbeitseinsatz angeht nicht vertretbar. In diesem Zusammenhang schließen bisher alle Hersteller von RNV-

- 3 -

Anlagen in ihren technischen Angebotsunterlagen die Behandlung von siliziumorganischen Verbindungen aus.

Die Anhaftungen mit Siliziumdioxid treten jedoch nicht nur bei RNV-Anlagen auf, sondern auch in herkömmlichen thermischen Nachverbrennungsanlagen mit rekuperativer Abluftvorwärmung. Allerdings tritt hier nicht immer ein vollständiges Verstopfen auf, aber auch hier sind Fälle bekannt, bei denen es infolge von Siliziumdioxid-Anhaftungen innerhalb kurzer Zeit zu Betriebsstillständen und Über-  
temperaturschäden gekommen ist.

Der Begriff „siliziumorganische Verbindungen“ wird in der Literatur unter anderem wie folgt definiert: „Im engeren Sinne eine Bezeichnung für solche Verbindungen, die direkte Silizium-Kohlenstoff-Bindungen enthalten. Es sind ... auch Verbindungen, in denen der Kohlenstoff über Sauerstoff-, Stickstoff- oder Schwefel-Atome an das Silizium geknüpft ist“

Siliziumorganische Verbindungen treten vor allem in folgenden Bereichen auf:

- Silizium-Tenside als Schaumstabilisatoren in Kunststoffen
- Silicone als Gleitmittel für die Kunststoffverarbeitung, in Handschutzsalben, Duftstoffen, Zahnpasta etc.
- Als Siliconelastomere, Siliconemail, Siliconfette, Silicongummi, Siliconharze, Siliconöle, Siliconkautschuk, Silicon-Imprägniermittel, etc.
- Organofunktionelle Silane als Haftvermittler
- Organooxysilane und Siloxane als synthetische Schmiermittel, Vernetzer in Kaltkautschuken etc.

Weitere Verwendungen von siliziumorganischen Verbindungen finden sich als Nahrungszusatzstoffe, spezielle Reinigungsmittel, Papier- und Textilbeschichtungen, Farb-Additive etc.

- 4 -

Aus dem Stand der Technik sind somit keine Anlagen und Verfahren bekannt, die unter Zuhilfenahme von regenerativer Abgasvorwärmung ein Behandeln von Abgasen mit siliziumorganischen Verbindungen erlaubt.

5

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die den Einsatz der RNV-Technologie und der TNV-Technologie auch bei siliziumorganischen Abgas-Inhaltsstoffen ermöglicht und das Handling der Anhaftungen stark vereinfacht.

10

#### **Kurze Beschreibung der Erfindung**

Die zugrundeliegende Aufgabe wurde dadurch gelöst, dass zunächst ein Anhaften an die Schütt-Regeneratormassen zugelassen wird und die belegten Schütt-Regeneratormassen periodisch – je nach Erfordernis – entnommen, gereinigt und wieder eingetragen werden. Dieser Schritt kann gegebenenfalls automatisiert durchgeführt werden.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist somit die Bereitstellung eines Verfahrens zur Abgasreinigung mit regenerativer Abluftvorwärmung, wobei die Abgase siliziumorganische Inhaltsstoffe enthalten. Dieses Verfahren umfasst, dass die Wärmespeichermasse, umfassend eine Schüttung, das durch Oxidation der siliziumorganischen Verbindungen gebildete Siliziumdioxid als Filter zunächst zurückhält und die Schüttung dem Regenerator bzw. den Regeneratoren periodisch entnommen, aufgearbeitet und dem System wieder zugeführt wird.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur thermischen Reinigung eines sauerstoffhaltigen oder nicht sauerstoffhaltigen Abgases, das unter anderem siliziumorganische Verbindungen enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die Vor-

- 5 -

richtung einen Schüttgutaustrag, eine Trennvorrichtung und einen Schüttguteintrag umfasst.

### **Figurenbeschreibung**

5

- **Fig. 1** eine schematische Darstellung, die eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur oxidativen Reinigung von Abgasen mit Anteilen siliziumorganischer Verbindungen und regenerativer Abgasvorwärmung zeigt, die als Einturmsystem ausgeführt ist;

10

- **Fig. 2** zeigt die Vorrichtung gemäß Fig. 1 in der Betriebsphase Aufheizen;

- **Fig. 3** zeigt die Vorrichtung gemäß Fig. 1 in der Betriebsphase Abwärtsstrom;

- **Fig. 4** zeigt die Vorrichtung gemäß Fig. 1 in der Betriebsphase Aufwärtsstrom;

15

- **Fig. 5** stellt vereinfacht den Temperaturverlauf im Regenerator einer Vorrichtung gemäß Fig. 1 in den Betriebsphasen Auf- und Abwärtsstrom dar;

- **Fig. 6** zeigt die Funktion der Bettreinigung der Vorrichtung gemäß Fig. 1;

- **Fig. 7** zeigt eine Ausführung der Vorrichtung gemäß Fig. 1 als Zweiturmsystem

20

### **Ausführliche Beschreibung der Erfindung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Abgasen mit siliziumorganischen Inhalts- bzw. Begleitstoffen. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Speichermassen des Regenerators einfach aus dem System entnommen werden, in einer Trennvorrichtung gereinigt werden und dem Regenerator wieder zugeführt werden.

25

- 6 -

Die Speichermasse ist dabei zumindest zu einem Teil eine Schüttung, ein Schüttmaterial, wie z.B. Kugeln, z.B. Voll- oder Hohlkugeln. Das Schüttmaterial kann bevorzugt aus Keramik oder Stahl bestehen. Andere als Schüttmaterial verwendbare Materialien schließen ein: Kieselstein, Blähton, Lava und ähnlich  
5 Materialien, die die gleiche Wirkung wie die o.g. aufzeigen. In einer Ausführungsform kann die Speichermasse nur aus Schüttmaterial bestehen. In einer anderen Ausführungsform weist die Speichermasse einen Anteil an Schüttmaterial von mindestens 20%, z. B. 30%, 40% oder 50%, wie 60%, 70%, 80% oder 90% auf.

10

Der Entnahme-, Reinigungs- und Rückführungsschritt kann dabei automatisch oder halbautomatisch erfolgen. Bevorzugt ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass die regenerative Vorwärmung und Abkühlung sowie die Oxidation des Abgases innerhalb einer Regeneratorschüttung erfolgt, die wechselweise im  
15 Auf- bzw. Abwärtsstrom betrieben wird. Wenn notwendig, kann ein Spülzyklus mit Hilfe einer Zwischenspeicherung des Abgases durchgeführt werden.

Erfindungsgemäß können in dem Verfahren zwei oder mehr mit einem Trennraum verbundene Regeneratorschüttungen, die wechselweise durchströmt werden, zum Einsatz kommen, wobei jede dieser Regeneratorschüttungen mit einer  
20 Vorrichtung zur Entnahme und Eintrag (Wiederbefüllung) der Wärmespeichermasse ausgestattet ist. Die Reinigung bzw. Trennung kann dabei in einer gemeinsamen oder in getrennten Trennvorrichtungen erfolgen.

25 Die Entnahme, Reinigung und der Eintrag der Wärmespeichermasse kann dabei zeitlich nacheinander in den einzelnen Regeneratoren erfolgen.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Zeitpunkt der Aufarbeitung der Speichermasse bestimmt, indem der Strömungswiderstand der durchströmenden

- 7 -

Abluft gemessen wird. Bei Überschreitung eines maximal zulässigen Druckverlustes der Anlage findet dann eine Wiederaufbereitung der Speichermassen statt. Alternativ kann die Wärmespeichermasse nach bestimmten Zeitabständen, z.B. bei Ruhestand am Wochenende, gereinigt werden.

5

In einer weiteren Ausführungsform kann dabei der Regenerator nicht vollständig, sondern nur teilweise aus einer entnehmbaren Schüttung bestehen. Dieser Bereich der Schüttung befindet sich dabei in den Abschnitten die als Reaktionszone oder als Brennraum bezeichnet werden. In Bereichen des Abluftregenerators oder Reingasregenerators kann die Speichermasse auch aus herkömmlichen Komponenten, wie Wabenkörpern bestehen.

10

Weiterhin erfordert das erfindungsgemäße Verfahren keine vollständige regenerative Abgasvorwärmung, vielmehr kann die Abgasvorwärmung auch auf anderem Wege, wie rekuperativem Wege, herbeigeführt werden.

15

Die gegebenenfalls zusätzlich benötigte Energie kann mit Erdgasbeimischung in das Abgas, elektrisch, über einen Brenner oder durch eine Gaseindüsung in den Brennraum eingebracht werden.

20

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst somit neben dem bekannten Aufbau einer RNV- oder TNV-Anlage bzw. RTO-Anlage einen Austrag, der an jeden Regenerator angebracht ist, durch diesen Austrag kann die Schüttung aus dem Regenerator entnommen werden und einer Trennvorrichtung zugeführt werden.

25

Diese Trennvorrichtung trennt dabei  $\text{SiO}_2$ -Ablagerungen von dem Schüttgut ab. Zum Beispiel wird durch die Reibung mindestens ein Teil der Anhaftungen gelöst. Alternativ kann die Ablösung der Ablagerungen durch Druck- oder Abspritzen bzw. andere abtragende Verfahren erfolgen. Die Trennvorrichtung ist dabei

- 8 -

eine übliche Trennvorrichtung, wie ein Sieb, die dem Fachmann auf diesem Gebiet wohl bekannt ist.

Die gereinigte Schütt-Speichermasse wird dann wieder, gegebenenfalls über eine  
5 Fördereinrichtung, durch einen Eintrag dem Regenerator zugeführt.

Die Vorrichtung kann dabei einen oder mehrere Regeneratoren umfassen. Jeder dieser Regeneratoren weist dabei einen Austrag und einen Eintrag für das Schüttgut auf.

10 Die Hauptkomponenten einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in Fig. 1 dargestellt. Zentraler Anlagenbestandteil ist dabei der Regeneratorturm, der mit einer Schüttschicht aus Wärmespeichermaterial gefüllt ist. Oben und unten sind jeweils Ein- und Auslässe (2, 3) für das Abgas bzw. Rein-  
15 gas angeordnet, die über ein Klappensystem (4 bis 7) mittels einer zyklischen Umschaltung eine wechselweise Durchströmung des Regeneratorturms von unten nach oben (Aufwärtsstrom) bzw. von oben nach unten (Abwärtsstrom) ermöglichen. Zum Aufheizen der Anlage ist am Regeneratorkopf ein Brenner (8) installiert, der über entsprechende Regelventile (Verbund, 9) mit Erdgas und Luft  
20 versorgt wird. Während des Abgasreinigungsbetriebs der Anlage erfolgt die bei niedrigen Beladungen des Abgases erforderliche Energiezufuhr mit Hilfe einer Einspeisung des gasförmigen Zusatzbrennstoffes direkt in das Abgas (10) und der Brenner (8) ist abgeschaltet. Zur Reinigung des Bettmaterials ist dieses über einen Austrag (15) unterhalb des Regenerators entnehmbar und wird nach  
25 Durchlaufen einer Trennvorrichtung (16) mittels einer Fördereinrichtung (17) oberhalb der Schüttung wieder eingefüllt (18).



Die unterschiedlichen Betriebsphasen der Vorrichtung sind in Fig. 2 bis 6 schematisch dargestellt. Dabei sind die jeweils aktiven Stoffströme mit Richtungspfeilen gekennzeichnet.

5 Im Aufheizbetrieb entsprechend Fig. 2 erfolgt zunächst eine Erwärmung des Regeneratorbettes (1) mit Hilfe des Brenners (8). Die Zufuhr der mittels eines Ventilators (12) geförderten Verbrennungsluft wird dabei im Verbund mit dem Erdgas (Regelklappen 9) in Abhängigkeit von der Brennraumtemperatur geregelt. Der Aufheizvorgang endet, wenn der obere Teil des Regeneratorbettes (1) auf  
10 eine ausreichende Temperatur erwärmt ist. Danach wird das Temperaturmaximum durch ein spezielles Umschaltprogramm der Klappen (4 bis 7) in die Mitte des Regenerators getrieben. Zu diesem Zweck wird über den Hauptventilator (11) bei geöffneter Klappe (13) und geschlossener Klappe (14) Frischluft durch die Anlage geleitet, die zur Aufrechterhaltung der Temperatur geregelt über Ventil (10) mit Erdgas beaufschlagt wird. Der Brenner (8) ist dabei abgeschaltet.  
15

Nach erfolgter Aufheizphase geht die Anlage in den Normalbetrieb über. Dazu wird die Frischluftzufuhr (13) geschlossen und das mit siliziumorganischen Bestandteilen beladene Abgas (Klappe 14) zugeschaltet. Während des Normalbe-  
20 triebs lassen sich die Betriebszustände Abwärtsstrom (Fig. 3) und Aufwärtsstrom (Fig. 4) unterscheiden. Die entsprechenden Temperaturverläufe über dem Reaktionsweg sind vereinfacht in Fig.5 dargestellt.

Im Abwärtsstrom wird das Abgas gemäß Fig. 3 über die geöffnete Klappe 4  
25 (Klappe 5 geschlossen) dem Regenerator oben zugeführt (2) und durchströmt diesen nach unten. Das Abgas wird bis etwa zur Mitte des Regenerators aufgeheizt und die darin enthaltenen organischen Stoffe oxidieren (Temperatursprung). Das Oxidationsprodukt  $\text{SiO}_2$  der siliziumorganischen Verbindungen bildet dabei amorphe Anhaftungen auf der Wärmespeichermasse und wird so zurückgehal-

- 10 -

ten. Im weiteren Strömungsverlauf gibt das Reingas seine Wärme an die Speichermasse wieder ab, bevor es den Regenerator unten (3) wieder verlässt und über die geöffnete Klappe 7 (Klappe 6 geschlossen) zum Kamin geleitet wird.

5 Nach einer definierten Zeit erfolgt die Umschaltung auf den Betriebszustand Aufwärtsstrom (Fig. 4). Das Abgas strömt nun über die geöffneten Klappen 5 und 6 (Klappen 4 und 7 geschlossen) von unten (3) nach oben (2) durch den Regenerator. Es entsteht der in Fig. 5 gestrichelt dargestellte Temperaturverlauf, wobei wiederum die Siliziumdioxidanhaftungen etwa im mittleren Teil des Regenerators  
10 gewollt auftreten. Die beiden Betriebszustände Abwärts- und Aufwärtsstrom werden in der Folge zyklisch durchlaufen.

Zur Aufrechterhaltung der Reaktionstemperatur wird dem Abgas wiederum Erdgas zugegeben (Regelventil 10) und der Brenner bleibt ausgeschaltet. Zur Vermeidung von Umschaltpeaks der Reingasemissionen an organisch gebundenem Kohlenstoff ( $C_{org.}$ ) kann auf eine hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellte Zwischenspeicherung des Abgases zurückgegriffen werden.  
15

Mit der Zeit bauen sich die Siliziumdioxidanhaftungen innerhalb der keramischen Speichermasse immer mehr auf, so dass ein erhöhter Strömungswiderstand entsteht. Dieser kann mittels einer Differenzdruckmessung erfasst werden, wobei in einer bevorzugten Ausführungsform nach Überschreitung eines maximalen Druckverlustwertes eine Bettreinigung erfolgt. Hierzu wird das Bett in einer Betriebspause (z.B. am Wochenende) gezielt abgekühlt und gemäß Fig. 6 in den  
20 Betriebszustand Bettreinigung versetzt. Die Schüttung des Bettmaterial einschließlich der entstandenen Anhaftungen wird über den Austrag (15) entnommen und einer Trennvorrichtung (16) zugeführt, wobei durch die Relativbewegungen zwischen z.B. den Füllkörpern (z.B. Voll- oder Hohlkugeln aus Keramik oder Stahl) bereits ein Teil der Anhaftungen abplatzt. Die verbleibenden  $SiO_2$ -  
25

- 11 -

Anhaftungen werden in der Trennvorrichtung von der Speichermasse abgetrennt, während die gereinigte Speichermasse über eine Fördereinrichtung (17) wieder in den Regenerator gelangt (18). Nach erfolgter Bettreinigung kann die Anlage wieder aufgeheizt werden und in den Abgasreinigungsbetrieb übergehen.

5

Erfindungswesentlich ist dabei die Verfahrensweise, die aus der Oxidation der siliziumorganischen Verbindungen innerhalb des Regenerators gebildeten Siliziumdioxidanhaftungen zunächst zuzulassen und die Speichermasse, wie die Schüttung, diskontinuierlich je nach Erfordernis (z.B. Differenzdrucküberschreitung) zu entnehmen und der Anlage gereinigt wieder zuzuführen.

Im Rahmen des Erfindungsgedankens sind zahlreiche Abwandlungen und Weiterbildungen möglich, die sich z.B. auf die Austragsvorrichtung die Ausführung der Speichermasse oder die Anordnung der Regeneratoren beziehen.

In Fig. 7 ist beispielsweise eine Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zwei getrennten Regeneratorkammern schematisch dargestellt. Hierbei erfolgt die Vorwärmung des Abgases in einem Regenerator, während der zweite Regenerator mit dem Reingasstrom aufgeheizt wird. Die Oxidation der Schadstoffe im Abgas beginnt innerhalb des ersten Regenerators und der Ausbrand kann unter definiert einstellbaren Bedingungen (Verweilzeit, Temperatur) im oberhalb der Regeneratoren angeordneten Brennraum stattfinden. Die Reinigung des Bettmaterials wird analog zu der Vorgehensweise gemäß Fig. 6 bei beiden Regeneratoren gleichzeitig oder ggf. nacheinander (verschiebbare Förder- und Trenneinrichtung, wie in Fig. 7 dargestellt) durchgeführt. Auch die Installation eines dritten Regenerators zu Realisierung einer Spülung vor Beaufschlagung mit Reingas ist im Rahmen des Erfindungsgedankens möglich.

- 12 -

Darüber hinaus lässt sich die Erfindung auch auf Anhaftungen innerhalb von RNV-Anlagen anwenden, die auf andere Weise als durch Oxidation von siliziumorganischen Verbindungen gebildet wurden. Weiterhin ist die vorliegende Erfindung auch in TNV-Anlagen, in denen Abgase, die siliziumorganische Inhaltsstoffe bzw. Begleitstoffe, behandeln werden, einsetzbar.

## Patentansprüche

5

1. Verfahren zur thermischen Reinigung eines sauerstoffhaltigen oder nicht sauerstoffhaltigen Abgases, das siliziumorganische Verbindungen enthält, wobei das Abgas mittels Wärmespeichermasse regenerativ vorgewärmt wird, wobei mindestens ein Teil der Wärmespeichermasse eine Schüttung ist, dadurch gekennzeichnet, dass es umfasst:

10

Entnehmen, Reinigen und Einbringen der Wärmespeichermasse-Schüttung zum Entfernen der durch die Oxidation der siliziumorganischen Verbindungen gebildeten Anhaftungen.

15

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Entnehmen, Reinigen und Einbringen der Wärmespeichermasse-Schüttung automatisch oder halbautomatisch erfolgt.

20

3. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die regenerative Vorwärmung und Abkühlung, sowie die Oxidation des Abgases innerhalb einer Regenerator-Schüttung erfolgt, die wechselweise im Auf- bzw. Abwärtsstrom betrieben wird.

25

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin ein Spülzyklus mit Zwischenspeicherung des Abgases erfolgt.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehr mit einem Brennraum verbundene Regenerator-Schüttungen, die wechselweise durchströmt werden, zum Einsatz kommen und jeweils mit ei-

- 14 -

ner Vorrichtung zur Entnahme und Eintrag der Wärmespeichermasse, die mit einer Trennvorrichtung verbunden sind, ausgestattet sind.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die automatisierte Entnahme, Reinigung und Eintrag der Wärmespeichermasse mit einer Vorrichtung zeitlich nacheinander in den einzelnen Regeneratoren erfolgt.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmespeichermasse nach Überschreiten eines maximal zulässigen Druckverlustes der Anlage gereinigt wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmespeichermasse nach bestimmten Zeitabständen gereinigt wird.
- 20 9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeneratoren nicht vollständig, sondern nur teilweise aus einer entnehmbaren Schüttung bestehen.
- 25 10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schüttgut nicht vollständig, sondern nur teilweise entnommen wird.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorwärmung nicht vollständig regenerativ, sondern teilweise auf anderem Wege herbeigeführt wird.
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich benötigte Energie mit Hilfe einer Erdgasbeimischung in das

- 15 -

Abgas, elektrisch, über einen Brenner oder durch Gaseindüsung eingebracht wird.

- 5 13. Vorrichtung zur thermischen Reinigung eines sauerstoffhaltigen oder nicht sauerstoffhaltigen Abgases, das siliziumorganische Verbindungen enthält, wobei das Abgas mittels einer Wärmespeichermasse, wobei mindestens ein Teil der Wärmespeichermasse eine Schüttung ist, regenerativ vorgewärmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass sich am Regenerator einen Austrag für die Wärmespeichermasse-Schüttung befindet, dieser Austrag verbunden ist mit einer Trennvorrichtung zur Abtrennung von oxidierten Siliziumanhaftungen; die Trennvorrichtung ist verbunden mit einem Eintrag, der es erlaubt, die Schüttung dem Regenerator wiederzuzuführen.
- 10
14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Trennvorrichtung und dem Eintrag eine Fördereinrichtung angeordnet ist.
- 15
15. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schüttmaterial aus Voll- oder Hohlkugeln besteht.
- 20 16. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei oder mehr Regeneratoren enthält, die jeweils einen Austrag aufweisen und wobei dieser Austrag mit einer Trennvorrichtung verbunden ist.
- 25 17. Verwendung der Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 13 bis 16 zur Behandlung von Abgas, wobei dieses Abgas siliziumorganische Verbindungen enthält.

1/7

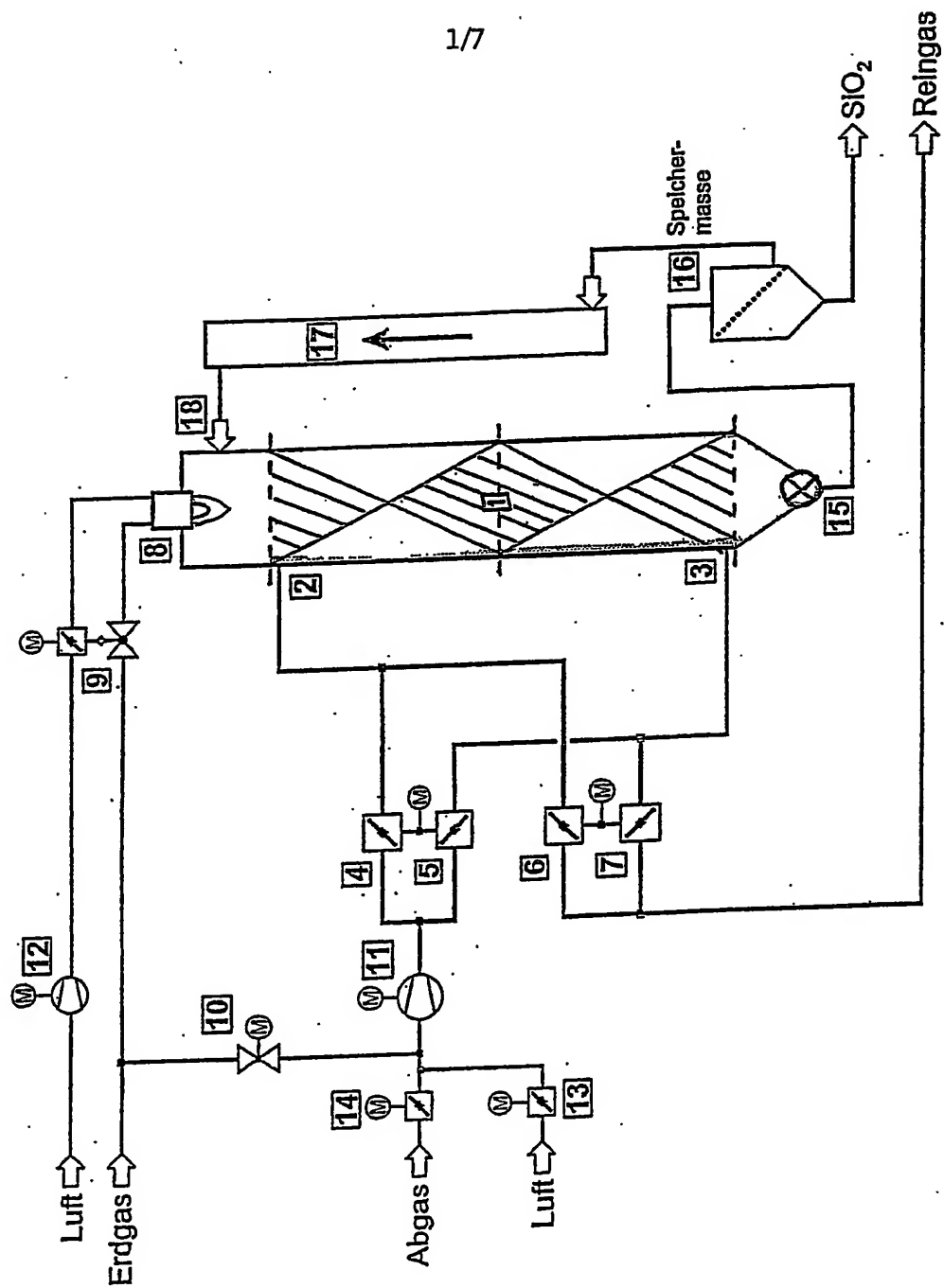


Fig. 1



2/7

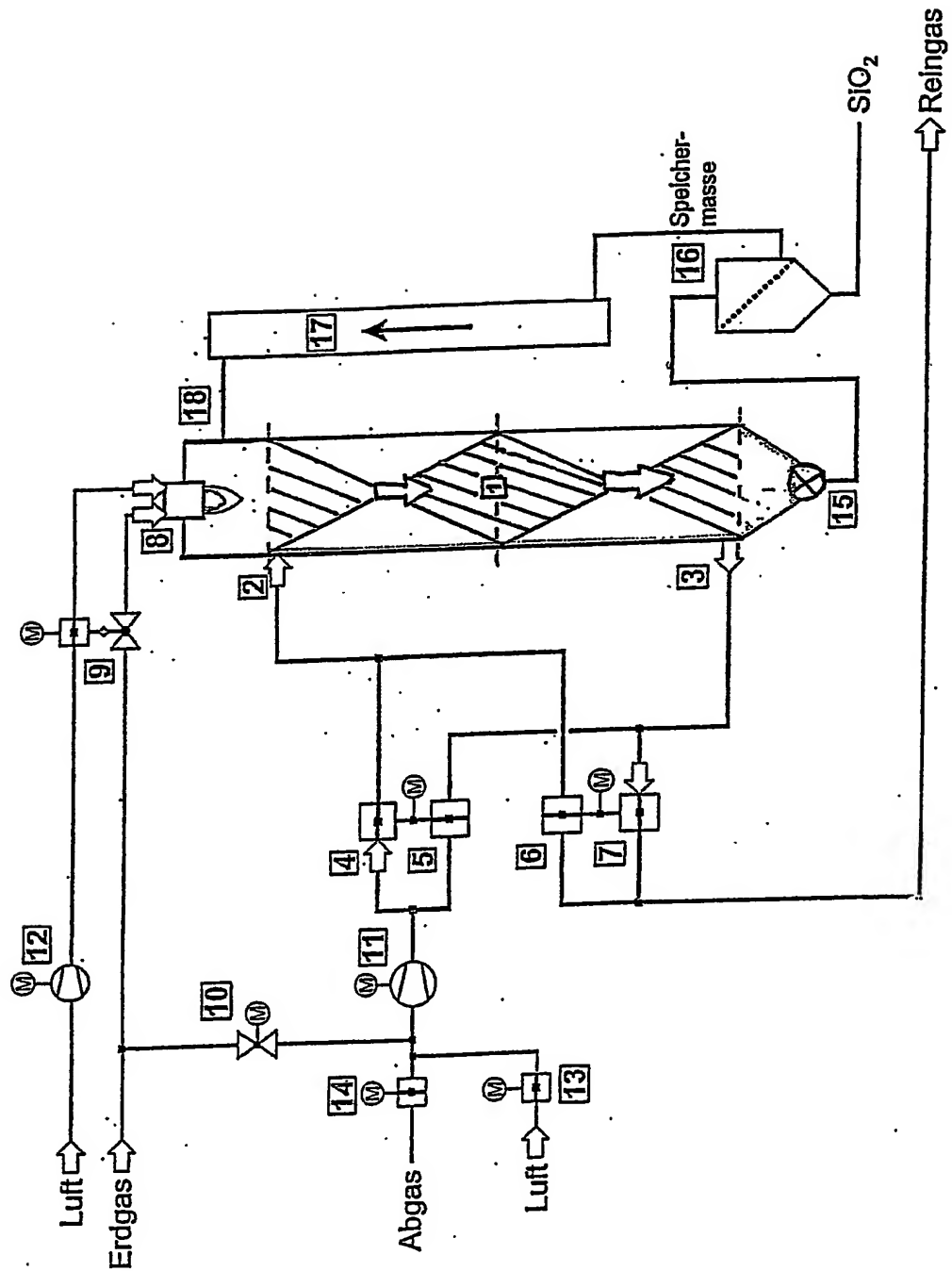


Fig. 2

3/7

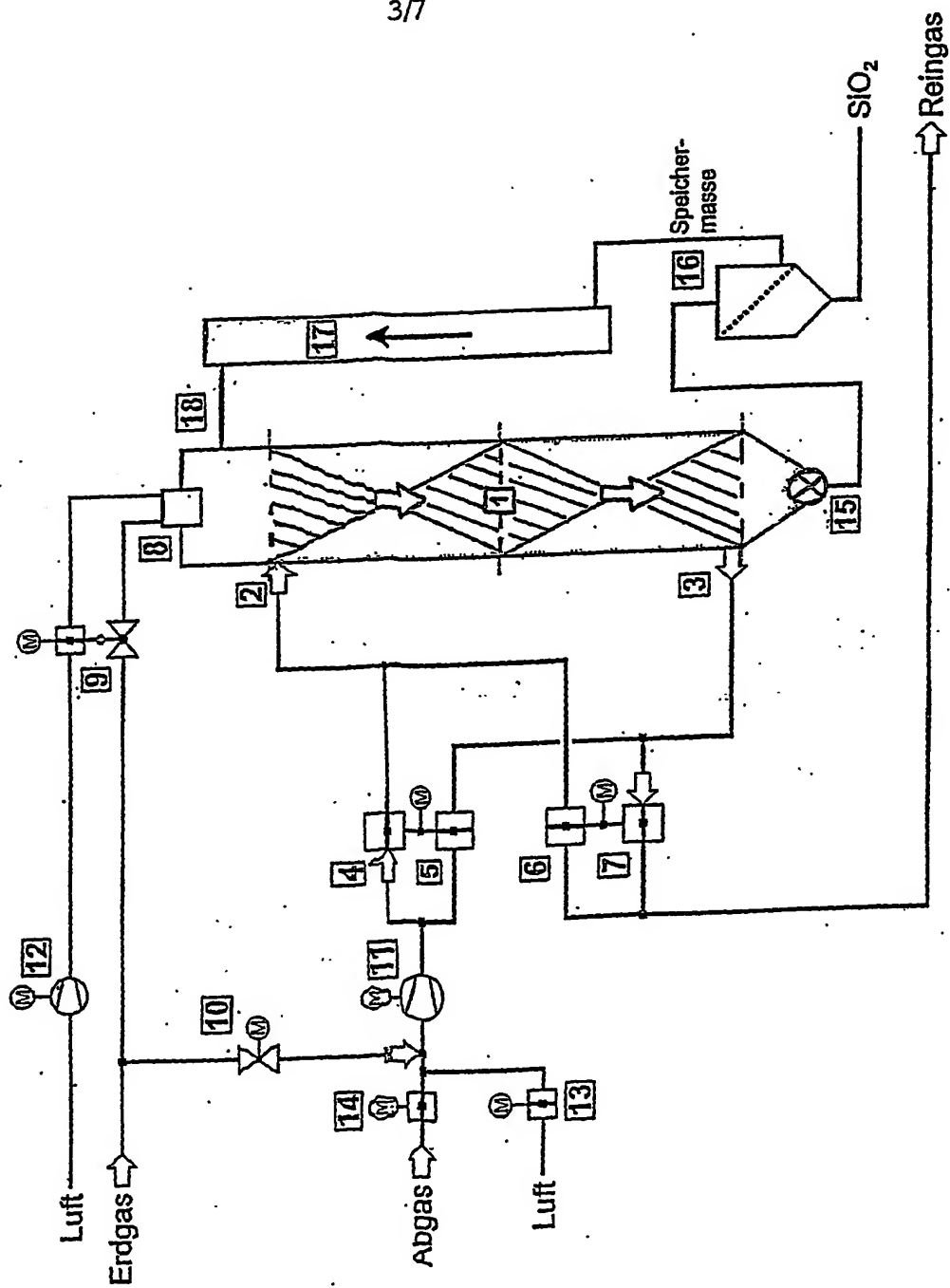


Fig. 3

4/7

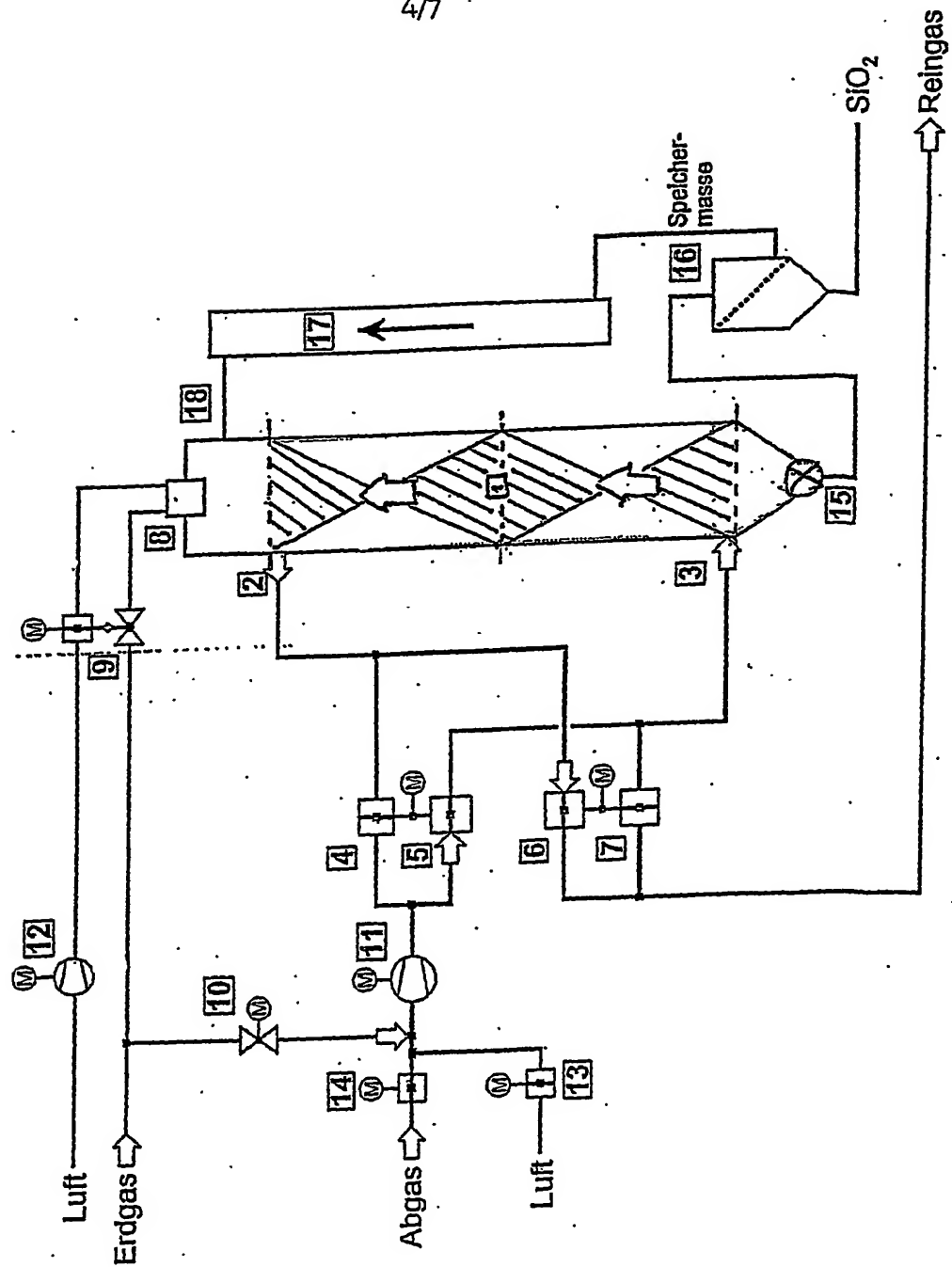


Fig. 4

5/7

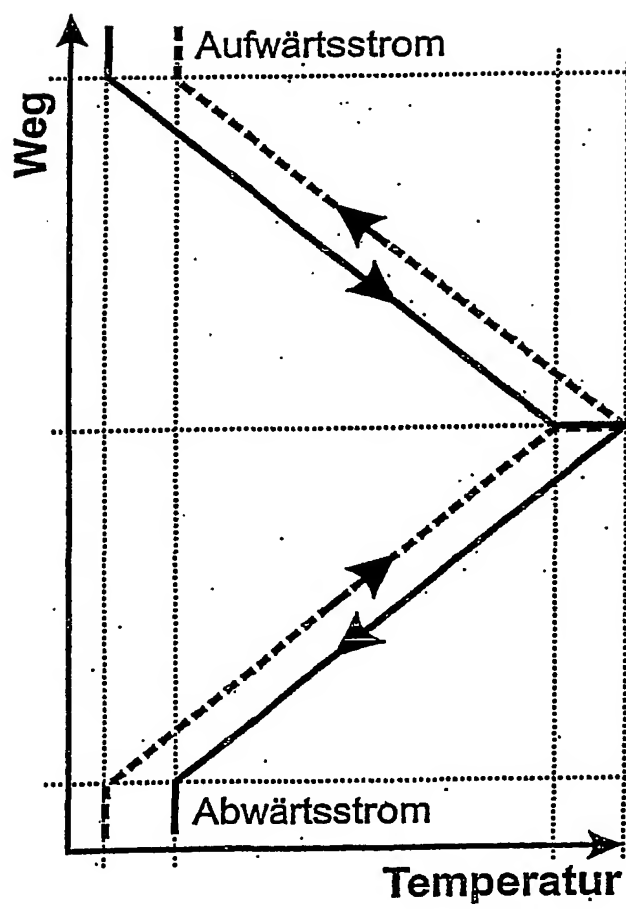


Fig. 5

6/7

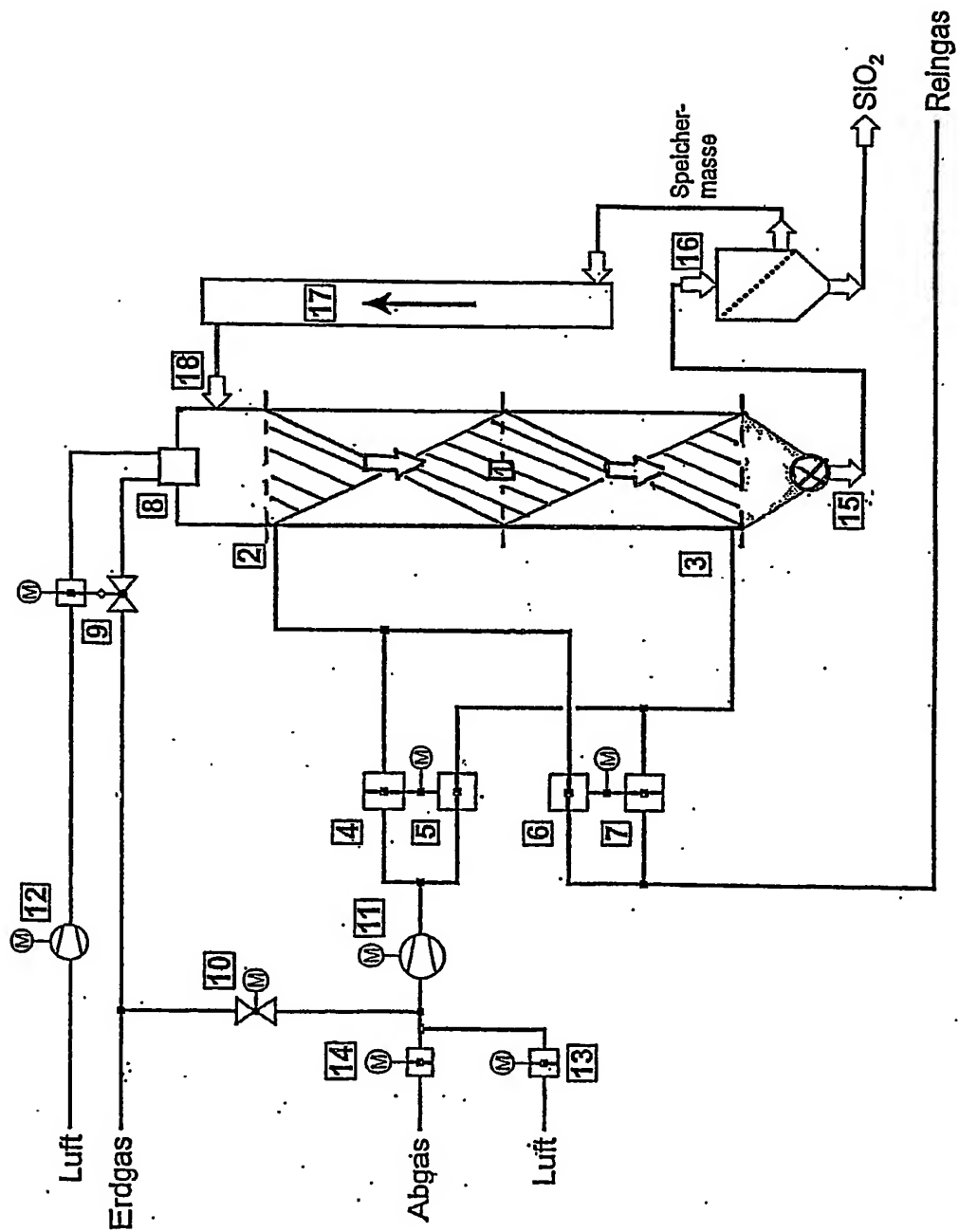


Fig. 6

7/7

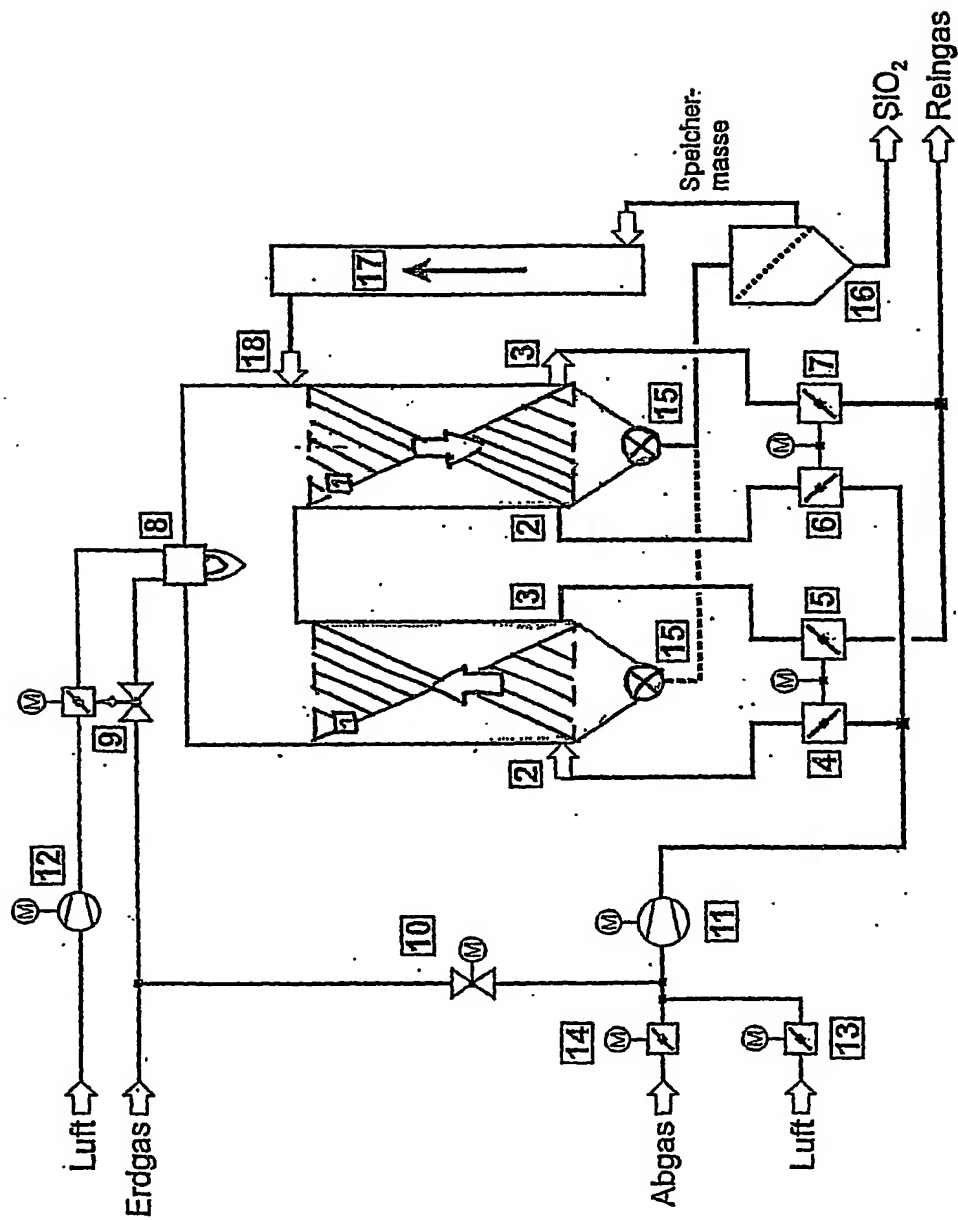


Fig. 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002685

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7    B01D53/70    B01D53/81    F23G7/06    F28D17/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7    B01D    F23G    F28D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 06, 4 June 2002 (2002-06-04) & JP 2002 061822 A (CHUGAI RO CO LTD), 28 February 2002 (2002-02-28) abstract	1,13,17
A	----- US 3 870 474 A (HOUSTON ET AL) 11 March 1975 (1975-03-11) column 2, line 19 - column 3, line 31 column 3, line 63 - column 7, line 54 column 8, line 37 - column 9, line 26; figures 1-7,10 ----- <div style="text-align: center;">-/--</div>	1-17
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</span> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*&amp;* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search  <div style="text-align: center;">27 May 2005</div>		Date of mailing of the international search report  <div style="text-align: center;">02/06/2005</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  <div style="text-align: center;">Maremonti, M</div>

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/002685

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 940 567 A (OHLMEYER ET AL) 10 July 1990 (1990-07-10) column 2, line 13 - column 5, line 38 column 6, line 4 - column 9, line 59; figures 1,5 -----	1-17
A	US 4 535 551 A (GROENEVELD ET AL) 20 August 1985 (1985-08-20) column 1, lines 13-19 column 2, line 27 - column 3, line 16; figure 1 -----	1-17



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002685

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2002061822	A	28-02-2002	NONE	
US 3870474	A	11-03-1975	NONE	
US 4940567	A	10-07-1990	DE 3536958 C1 DE 3637871 C1 JP 1739034 C JP 4013010 B JP 62095121 A SE 459040 B SE 8604350 A US 4756891 A AT 395831 B AT 253887 A CH 673594 A5 JP 1049533 B JP 1562819 C JP 63134036 A SE 462467 B SE 8704270 A SE 462467 C US 4810476 A	11-12-1986 24-03-1988 26-02-1993 06-03-1992 01-05-1987 29-05-1989 18-04-1987 12-07-1988 25-03-1993 15-08-1992 30-03-1990 25-10-1989 12-06-1990 06-06-1988 02-07-1990 07-05-1988 25-10-1990 07-03-1989
US 4535551	A	20-08-1985	EP 0154733 A1 AU 2552584 A JP 60196595 A NL 8203577 A ZA 8402164 A	18-09-1985 19-09-1985 05-10-1985 02-04-1984 13-09-1984

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002685

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B01D53/70 B01D53/81 F23G7/06 F28D17/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B01D F23G F28D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2002, Nr. 06, 4. Juni 2002 (2002-06-04) & JP 2002 061822 A (CHUGAI RO CO LTD), 28. Februar 2002 (2002-02-28) Zusammenfassung	1, 13, 17
A	US 3 870 474 A (HOUSTON ET AL) 11. März 1975 (1975-03-11) Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 3, Zeile 31 Spalte 3, Zeile 63 - Spalte 7, Zeile 54 Spalte 8, Zeile 37 - Spalte 9, Zeile 26; Abbildungen 1-7, 10	1-17

-/--



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Mai 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Maremonti, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 940 567 A (OHLMEYER ET AL) 10. Juli 1990 (1990-07-10) Spalte 2, Zeile 13 - Spalte 5, Zeile 38 Spalte 6, Zeile 4 - Spalte 9, Zeile 59; Abbildungen 1,5 -----	1-17
A	US 4 535 551 A (GROENEVELD ET AL) 20. August 1985 (1985-08-20) Spalte 1, Zeilen 13-19 Spalte 2, Zeile 27 - Spalte 3, Zeile 16; Abbildung 1 -----	1-17

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002685

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 2002061822	A	28-02-2002	KEINE		
US 3870474	A	11-03-1975	KEINE		
US 4940567	A	10-07-1990	DE	3536958 C1	11-12-1986
			DE	3637871 C1	24-03-1988
			JP	1739034 C	26-02-1993
			JP	4013010 B	06-03-1992
			JP	62095121 A	01-05-1987
			SE	459040 B	29-05-1989
			SE	8604350 A	18-04-1987
			US	4756891 A	12-07-1988
			AT	395831 B	25-03-1993
			AT	253887 A	15-08-1992
			CH	673594 A5	30-03-1990
			JP	1049533 B	25-10-1989
			JP	1562819 C	12-06-1990
			JP	63134036 A	06-06-1988
			SE	462467 B	02-07-1990
			SE	8704270 A	07-05-1988
			SE	462467 C	25-10-1990
			US	4810476 A	07-03-1989
US 4535551	A	20-08-1985	EP	0154733 A1	18-09-1985
			AU	2552584 A	19-09-1985
			JP	60196595 A	05-10-1985
			NL	8203577 A	02-04-1984
			ZA	8402164 A	13-09-1984